

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 1 月 2 9 日
Date of Application:

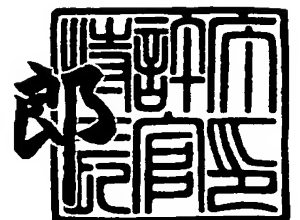
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 4 7 2 5 6
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 3 4 7 2 5 6]

出 願 人 トヨタ自動車株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 7 月 1 0 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



【書類名】 特許願

【整理番号】 1023685

【提出日】 平成14年11月29日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 F01N 3/18
F01N 3/08

【発明の名称】 内燃機関の排気浄化装置

【請求項の数】 13

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 宮下 茂樹

【特許出願人】

【識別番号】 000003207

【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】 100077517

【弁理士】

【氏名又は名称】 石田 敬

【電話番号】 03-5470-1900

【選任した代理人】

【識別番号】 100092624

【弁理士】

【氏名又は名称】 鶴田 準一

【選任した代理人】

【識別番号】 100102819

【弁理士】

【氏名又は名称】 島田 哲郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100082898

【弁理士】

【氏名又は名称】 西山 雅也

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008268

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0211566

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 内燃機関の排気浄化装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内燃機関の排気通路に配置され、流入する排気の空燃比がリーンのときに排気中の窒素酸化物 (NO_x) または硫黄酸化物 (SO_x) からなる特定成分を吸着、吸収またはその両方にて選択的に吸蔵保持し、流入する排気の空燃比が理論空燃比またはリッチ空燃比となったときに、吸蔵した前記特定成分を脱離させるとともに還元浄化する NO_x 吸蔵還元触媒と、

前記 NO_x 吸蔵還元触媒内に吸蔵された前記特定成分量を推定する推定手段と

前記推定手段により推定された特定成分吸蔵量に基づいて、前記 NO_x 吸蔵還元触媒にリッチ空燃比の排気を供給し、 NO_x 吸蔵還元触媒に吸蔵された前記特定成分を脱離、還元浄化する再生操作を実施する再生手段と、を備えた内燃機関の排気浄化装置において、

前記推定手段は、前記 NO_x 吸蔵還元触媒の少なくとも異なる 2 つの部分に吸蔵された前記特定成分量を部分毎に推定する、内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 2】 前記推定手段は NO_x 吸蔵還元触媒の前記各部分の前記特定成分吸蔵量を吸蔵量カウンタを用いて表し、 NO_x 吸蔵還元触媒に流入する排気空燃比がリーンのときに流入する排気中の前記特定成分濃度に比例した速度で前記吸蔵量カウンタを増大させ、 NO_x 吸蔵還元触媒に流入する排気空燃比が理論空燃比またはリッチ空燃比のときに前記吸蔵量カウンタを所定の速度で減少させることにより、 NO_x 吸蔵還元触媒の前記各部分の前記特定成分吸蔵量を推定する、請求項 1 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 3】 前記推定手段は、 NO_x 吸蔵還元触媒の前記特定成分吸蔵時には、流入する排気から NO_x 吸蔵還元触媒に吸蔵される全特定成分量を NO_x 吸蔵還元触媒の前記各部分毎に所定の比率で分配することにより、 NO_x 吸蔵還元触媒の前記各部分に吸蔵された前記特定成分量を推定する、請求項 1 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 4】 前記推定手段は、 NO_x 吸蔵還元触媒の再生操作時には、前

記 NO_x 吸蔵還元触媒から脱離する前記特定成分量を NO_x 吸蔵還元触媒の前記各部分毎に定めることにより、 NO_x 吸蔵還元触媒の前記各部分に吸蔵された前記特定成分量を推定する、請求項 1 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 5】 前記推定手段は、前記所定の比率を前記 NO_x 吸蔵還元触媒の各部分に吸蔵されている前記特定成分量に応じて設定する、請求項 3 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 6】 前記推定手段は、前記所定の比率を前記 NO_x 吸蔵還元触媒の劣化の程度に応じて設定する、請求項 3 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 7】 前記推定手段は、前記所定の比率を前記 NO_x 吸蔵還元触媒の温度に応じて設定する、請求項 3 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 8】 前記推定手段は、前記所定の比率を前記 NO_x 吸蔵還元触媒に流入する排気の流量に応じて設定する、請求項 3 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 9】 前記推定手段は、前記所定の比率を前記 NO_x 吸蔵還元触媒に流入する排気中の前記特定成分濃度に応じて設定する、請求項 3 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 10】 前記推定手段は、前記 NO_x 吸蔵還元触媒下流側に配置した、排気酸素濃度を検出する O_2 センサを備え、 NO_x 吸蔵還元触媒の再生操作時に前記各部分毎から脱離される前記特定成分量を前記 O_2 センサ出力に基づいて設定する、請求項 4 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 11】 前記再生手段は、前記 NO_x 吸蔵還元触媒の各部分毎に推定した前記特定成分吸蔵量の合計値に基づいて前記再生操作を実行する、請求項 1 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 12】 前記再生手段は更に、前記 NO_x 吸蔵還元触媒の各部分毎に推定した前記特定成分吸蔵量のうち、特定の部分の前記特定成分吸蔵量に基づいて、前記再生操作実行時に NO_x 吸蔵還元触媒に流入する排気の空燃比をリッチ空燃比に短時間維持した後に理論空燃比に維持する時間を定める、請求項 1 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 13】 前記特定の部分は、再生操作実行時に他の部分に較べて吸

蔵された前記特定成分が脱離する速度が低い部分である、請求項 12 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、内燃機関の排気浄化装置に関し、詳細には NO_x 吸蔵還元触媒を備えた内燃機関の排気浄化装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

内燃機関の排気通路に、流入する排気の空燃比がリーン的时候会に排気中の NO_x を吸着、吸収またはその両方にて選択的に吸蔵保持し、流入する排気の時燃比が理論空燃比またはリッチ空燃比となったときに、吸蔵した NO_x を脱離、還元浄化する NO_x 吸蔵還元触媒を配置し、機関のリーン空燃比運転中に排気中の NO_x を NO_x 吸蔵還元触媒に吸蔵させることにより NO_x の大気放出を防止する内燃機関の排気浄化装置が一般に知られている。

【0003】

NO_x 吸蔵還元触媒は吸蔵した NO_x 量が増大するにつれて NO_x の吸蔵能力が低下し、吸蔵されずに NO_x 吸蔵還元触媒を通過してしまう NO_x の割合が増大する。また、 NO_x 吸蔵還元触媒は吸蔵できる最大量まで NO_x を吸蔵してしまうともはや排気中の NO_x を吸蔵することはできず、排気中の NO_x の全量が NO_x 吸蔵還元触媒を通過するようになる。

【0004】

このため、 NO_x 吸蔵還元触媒を用いた排気浄化装置では NO_x 吸蔵還元触媒の NO_x 吸蔵量がある程度増大したときに機関をリッチ空燃比で短時間運転する再生操作（リッチスパイク操作）を行う。再生操作を行うことにより、 NO_x 吸蔵還元触媒にはリッチ空燃比の排気が供給されるため、 NO_x 吸蔵還元触媒に吸蔵された NO_x が触媒から脱離してリッチ空燃比排気中の未燃炭化水素や CO 等の成分により還元浄化される。これにより、 NO_x 吸蔵還元触媒の NO_x 吸蔵量が低下して NO_x 吸蔵還元触媒の吸蔵能力が回復する。

【0005】

上記のように、再生操作（リッチスパイク操作）は NO_x 吸蔵還元触媒の吸蔵した NO_x 量に応じて適切に行う必要がある。例えば、 NO_x 吸蔵量が少なく NO_x 吸蔵還元触媒の吸蔵能力がまだ十分に余裕がある状態で再生操作を行うと、機関がリッチ空燃比で運転される頻度が増大してしまい、排気性状の悪化や燃料消費量の増大を生じる可能性がある。また、逆に再生操作の頻度が必要以上に低いと、 NO_x 吸蔵還元触媒の NO_x 吸蔵量が許容限度以上に増大してしまい、 NO_x 吸蔵能力の低下のために排気性状が悪化する可能性がある。

従って、リッチスパイク操作を適切に行うためには NO_x 吸蔵還元触媒に吸蔵された NO_x 量を正確に知る必要がある。ところが、実際には機関運転中に NO_x 吸蔵還元触媒に吸蔵された NO_x 量を直接計測することは困難である。このため、直接計測に代えて NO_x 吸蔵還元触媒の NO_x 吸蔵量を推定する方法が種々考案されている。

【0006】

NO_x 吸蔵還元触媒の NO_x 吸蔵量を正確に推定する方法としては、例えば NO_x カウンタを用いるものが知られている（特許文献1参照）。 NO_x カウンタは、機関運転中常に運転状態に応じて NO_x 吸蔵還元触媒の NO_x 吸蔵量に対応するように増減操作されるカウンタ値である。

例えば特許文献1に開示された排気浄化装置では、機関がリーン空燃比運転されている時には機関の運転状態に応じて定まる量を一定時間毎に NO_x カウンタに加算し、機関が理論空燃比またはリッチ空燃比で運転されているときには、機関の空燃比や NO_x 吸蔵還元触媒温度等に応じて定まる量を一定時間毎に NO_x カウンタから減算することにより、 NO_x カウンタの値が常に NO_x 吸蔵還元触媒の現在の NO_x 吸蔵量に対応して変化するようにしている。

【0007】

すなわち、機関運転中には機関から単位時間あたりに排出される NO_x 量は、機関負荷、回転数等の機関運転条件に応じて定まる。機関のリーン空燃比運転中には、機関から排出される NO_x のうち一定の割合の NO_x が NO_x 吸蔵還元触媒に吸蔵されると考えられるため、リーン空燃比運転中は NO_x 吸蔵還元触媒の N

NO_x吸蔵量は単位時間当たりに機関のNO_x発生量に所定の割合を乗じた量だけ増大する。

【0008】

また、機関の理論空燃比またはリッチ空燃比運転中、NO_x吸蔵還元触媒に吸蔵されたNO_xは所定の速度でNO_x吸蔵還元触媒から脱離して還元浄化される。また、このとき単位時間当たりにNO_x吸蔵還元触媒から脱離するNO_xの量、すなわちNO_x吸蔵量の単位時間当たりの減少量は、NO_x吸蔵還元触媒に流入する未燃燃料やCO等の流量に比例すると考えられる。

【0009】

特許文献1の装置では、リーン空燃比運転時にはNO_x吸蔵還元触媒の吸蔵NO_x量の増大に応じた速度でNO_xカウンタを増大させ、理論空燃比またはリッチ空燃比運転時には吸蔵NO_x量の減少に応じた速度でNO_xカウンタを減少させることにより、NO_xカウンタの値が常にNO_x吸蔵還元触媒のNO_x吸蔵量に正確に対応するようにしている。

【0010】

特許文献1の装置では、上記により算出したNO_xカウンタを用いてNO_x吸蔵還元触媒のNO_x吸蔵量を正確に推定することにより、適切なリッチスパイク操作を行うことを可能にしている。

【0011】

【特許文献1】

特開平7-139340号公報

【特許文献2】

特開平8-260948号公報

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

上記特許文献1のようにNO_xカウンタを用いてNO_x吸蔵還元触媒のNO_x吸蔵量を推定することにより、本来正確にリッチスパイク操作を行うことができるはずである。ところが、実際には特許文献1のようにNO_xカウンタを用いて推定したNO_x吸蔵量のみに基づいてリッチスパイク操作を実施していると、リッ

チスパイク操作後も十分に NO_x 吸蔵還元触媒の吸蔵能力が回復しない問題が生じる場合がある。

【0013】

NO_x 吸蔵還元触媒はリーン空燃比とリッチ空燃比との間の空燃比の変化により排気中の NO_x の吸蔵と脱離とを行うが、実際には NO_x の吸蔵と脱離の速度は NO_x 吸蔵還元触媒全体にわたって一様ではなく、触媒の部分によって大きく異なっている。

例えば、リーン空燃比運転時の NO_x の吸蔵の際には NO_x はまず NO_x 吸蔵還元触媒の上流側に近い側に主に吸蔵されるため下流側にはほとんど到達しない。このため、リーン空燃比運転開始後しばらくは触媒の下流側部分には NO_x が吸蔵されにくい。また、同様に再生操作時にも、 NO_x はまず上流側に近い側から脱離し、排気中の未燃炭化水素等が上流側に近い部分で消費されるため、下流側に近い側では NO_x の脱離は生じにくくなる。

【0014】

すなわち、 NO_x 吸蔵還元触媒の上流側部分と下流側部分とでは NO_x 吸蔵速度と脱離速度が大きく異なっている。また、一般に NO_x の吸蔵も脱離もまず上流側部分で生じ、次いである遅れ時間が経過してからはじめて下流側でも生じるようになる。このように、 NO_x 吸蔵還元触媒の上流側部分と下流側部分とでは、 NO_x の吸蔵、脱離の特性（速度、タイミング）が異なっている。また、触媒の上流側や下流側との相違だけでなく、例えば触媒のコート層の上層付近と下層付近でも触媒の上流側部分、下流側部分の相違と同様な NO_x の吸蔵、脱離の特性の相違を示す。

【0015】

特許文献1の装置では、このように NO_x の吸蔵脱離特性の異なる部分を有する NO_x 吸蔵還元触媒に対してそれぞれ単一の NO_x の吸蔵及び脱離速度を使用して NO_x 吸蔵量を推定しているため、吸蔵量に誤差を生じる場合がある。

例えば、 NO_x の吸蔵及び脱離速度として触媒上流側部分のものに近い値を使用していると、 NO_x 吸蔵還元触媒のリッチスパイク操作の際に実際には触媒下流側では NO_x の脱離が開始していないか、或いは吸蔵 NO_x が残っているうちに

NO_xの脱離が完了したとしてリッチスパイク操作が終了してしまい、下流側部分では吸蔵NO_xが残った状態で再度吸蔵を開始することとなる。このため、NO_x吸蔵還元触媒の下流側部分では次第にNO_x吸蔵量が増大し、NO_xカウンタを用いて推定したNO_x吸蔵量に基づいてリッチスパイク操作を行っているにもかかわらず、部分的にNO_x吸蔵還元触媒の吸蔵能力が大幅に低下するような問題が生じるのである。

【0016】

また、上記ではNO_xの場合を例にとりて説明したが、排気中に硫酸化物(SO_x)が含まれると、SO_xはNO_xと全く同様にリーン空燃比でNO_x吸蔵還元触媒に吸蔵される。また、NO_x吸蔵還元触媒にSO_xが吸蔵されるとNO_xの場合と同様にNO_x吸蔵還元触媒のNO_x吸蔵能力が低下するため、前述したリッチスパイク操作と同様な再生操作を実行してNO_x吸蔵還元触媒のNO_x吸蔵能力を回復させる必要がある。NO_x吸蔵還元触媒からSO_xを脱離させるための再生操作はリッチスパイク操作と同様に触媒に流入する排気空燃比をリッチ空燃比に維持し、更に排気温度をNO_x脱離のためのリッチスパイク操作より高い温度に上昇させる必要がある。

従って、NO_x吸蔵還元触媒の吸蔵能力を有効に活用するためには、NO_xの場合と同様にNO_x吸蔵還元触媒に吸蔵されたSO_x量を正確に推定しSO_x離脱のための適切な再生操作を実行することが必要となる。

【0017】

本発明は上記従来技術の問題に鑑み、NO_x吸蔵還元触媒のNO_xまたはSO_x吸蔵量を推定する際に、誤差が生じることを防止して正確な推定を行うことにより、NO_x吸蔵還元触媒の吸蔵能力を有効に利用することを可能とする内燃機関の排気浄化装置を提供することを目的としている。

【0018】

【課題を解決するための手段】

請求項1に記載の発明によれば、内燃機関の排気通路に配置され、流入する排気の空燃比がリーンのときに排気中の窒素酸化物(NO_x)または硫酸化物(SO_x)からなる特定成分を吸着、吸収またはその両方にて選択的に吸蔵保持し

、流入する排気の空燃比が理論空燃比またはリッチ空燃比となったときに、吸蔵した前記特定成分を脱離させるとともに還元浄化する NO_x 吸蔵還元触媒と、 NO_x 吸蔵還元触媒と、前記 NO_x 吸蔵還元触媒内に吸蔵された前記特定成分量を推定する推定手段と、前記推定手段により推定された特定成分吸蔵量に基づいて、前記 NO_x 吸蔵還元触媒にリッチ空燃比の排気を供給し、 NO_x 吸蔵還元触媒に吸蔵された前記特定成分を脱離、還元浄化する再生操作を実施する再生手段と、を備えた内燃機関の排気浄化装置において、前記推定手段は、前記 NO_x 吸蔵還元触媒の少なくとも異なる2つの部分に吸蔵された前記特定成分量を部分毎に推定する、内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【0019】

すなわち、請求項1の発明では推定手段は、 NO_x 吸蔵還元触媒を少なくとも2つ以上の部分に分けて、各部分毎に特定成分(NO_x または SO_x)の吸蔵量を推定する。これにより、例えば NO_x 吸蔵還元触媒の上流側側部分と下流側側部分等のように互いに NO_x または SO_x の吸蔵、脱離特性が異なる部分についてもそれぞれの吸蔵脱離特性に基づいて吸蔵量を推定することが可能となるため、 NO_x 吸蔵還元触媒の部分毎の吸蔵、脱離特性の相違による NO_x または SO_x の吸蔵量推定値の誤差が生じることが防止される。

【0020】

請求項2に記載の発明によれば、前記推定手段は NO_x 吸蔵還元触媒の前記各部分の前記特定成分吸蔵量を吸蔵量カウンタを用いて表し、 NO_x 吸蔵還元触媒に流入する排気空燃比がリーンときに流入する排気中の前記特定成分濃度に比例した速度で前記吸蔵量カウンタを増大させ、 NO_x 吸蔵還元触媒に流入する排気空燃比が理論空燃比またはリッチ空燃比のときに前記吸蔵量カウンタを所定の速度で減少させることにより、 NO_x 吸蔵還元触媒の前記各部分の前記特定成分吸蔵量を推定する、請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【0021】

すなわち、請求項2の発明では推定手段は、 NO_x 吸蔵還元触媒の各部分の NO_x または SO_x の吸蔵量を吸蔵量カウンタを用いて推定する。このように、吸蔵量カウンタを触媒の各部分毎に持ち、その増大速度と減少速度とを各部分の NO

NO_x または SO_x の吸蔵、脱離特性に基づいて設定することにより NO_x 吸蔵還元触媒の NO_x または SO_x の吸蔵量の推定に誤差が生じることが防止される。

【0022】

請求項3に記載の発明によれば、前記推定手段は、 NO_x 吸蔵還元触媒の前記特定成分吸蔵時には、流入する排気から NO_x 吸蔵還元触媒に吸蔵される全特定成分量を NO_x 吸蔵還元触媒の前記各部分毎に所定の比率で分配することにより、 NO_x 吸蔵還元触媒の前記各部分に吸蔵された前記特定成分量を推定する、請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【0023】

すなわち、請求項3の発明では推定手段は、 NO_x 吸蔵還元触媒に吸蔵される全部の NO_x または SO_x 量を所定の比率で各部分毎に分配することにより各部分に吸蔵される NO_x または SO_x の量を推定する。この分配比率は、例えば各部分の NO_x または SO_x の吸蔵速度等の NO_x または SO_x の吸蔵特性に応じて定めることができる。このため、 NO_x 吸蔵還元触媒の各部分に吸蔵される NO_x または SO_x の量を正確に推定することが可能となり、 NO_x または SO_x の吸蔵量の推定に誤差が生じることが防止される。

【0024】

請求項4に記載の発明によれば、前記推定手段は、 NO_x 吸蔵還元触媒の再生操作時には、前記 NO_x 吸蔵還元触媒から脱離する前記特定成分量を NO_x 吸蔵還元触媒の前記各部分毎に定めることにより、 NO_x 吸蔵還元触媒の前記各部分に吸蔵された前記特定成分量を推定する、請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【0025】

すなわち、請求項4の発明では、再生操作時に NO_x 吸蔵還元触媒から脱離して還元浄化される NO_x または SO_x の量を NO_x 吸蔵還元触媒の各部分毎に定める。例えば、再生操作時には触媒上流側に較べて触媒下流側に吸蔵された NO_x または SO_x は脱離しにくく脱離速度（脱離量）は小さくなる。本発明では、再生操作時に NO_x 吸蔵還元触媒から脱離する NO_x または SO_x の量を各部分毎の脱離速度等の NO_x または SO_x の脱離特性に応じて設定することができるため、

NO_x吸蔵還元触媒の各部分に吸蔵されたNO_xまたはSO_xの量を正確に推定することが可能となり、NO_xまたはSO_xの吸蔵量の推定に誤差が生じることが防止される。

【0026】

請求項5に記載の発明によれば、前記推定手段は、前記所定の比率を前記NO_x吸蔵還元触媒の各部分に吸蔵されている前記特定成分量に応じて設定する、請求項3に記載の内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【0027】

すなわち、請求項5の発明ではNO_x吸蔵還元触媒の各部分のNO_xまたはSO_xの吸蔵に関する比率は、各部分に吸蔵されているNO_xまたはSO_xの量に応じて設定される。NO_x吸蔵還元触媒はNO_xまたはSO_xの吸蔵量が増大するにつれてNO_xまたはSO_xの吸蔵能力が低下し、NO_xまたはSO_xの吸蔵速度が低くなる。従って、各部分のNO_xまたはSO_xの吸蔵量に応じた比率でNO_x吸蔵還元触媒全体に吸蔵されるNO_xまたはSO_xの量を分配することにより、各部分のNO_xまたはSO_xの吸蔵量が正確に推定される。

【0028】

請求項6に記載の発明によれば、前記推定手段は、前記所定の比率を前記NO_x吸蔵還元触媒の劣化の程度に応じて設定する、請求項3に記載の内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【0029】

すなわち、請求項5の発明ではNO_x吸蔵還元触媒の各部分のNO_xまたはSO_xの吸蔵に関する比率は、触媒の劣化の程度に応じて設定される。NO_x吸蔵還元触媒が劣化するとNO_xまたはSO_xの吸蔵能力が低下し、NO_xまたはSO_xの吸蔵速度が低くなる。また、触媒の熱劣化や硫黄被毒による劣化は、例えば触媒の上流側部分やコート層上層側で生じやすくなる。このため、例えばこれらの部分のNO_xまたはSO_xの吸蔵に関する比率を劣化が進むにつれて小さく設定することにより、各部分のNO_xまたはSO_xの吸蔵量が正確に推定される。

【0030】

請求項7に記載の発明によれば、前記推定手段は、前記所定の比率を前記NO

NO_x 吸蔵還元触媒の温度に応じて設定する、請求項3に記載の内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【0031】

すなわち、請求項7の発明では、 NO_x または SO_x の吸蔵に関する各部分の比率は触媒温度に応じて設定される。 NO_x 吸蔵還元触媒の NO_x または SO_x の吸蔵能力は温度により変化する。また、触媒温度は触媒の各部分により異なり、例えば NO_x 吸蔵還元触媒の上流側部分では下流側部分より温度が高くなる。このため、例えばこれらの部分の NO_x または SO_x の吸蔵に関する比率を触媒温度が高くなるにつれて大きくすることにより、触媒各部分の NO_x または SO_x の吸蔵量を正確に推定することが可能となる。

【0032】

請求項8に記載の発明によれば、前記推定手段は、前記所定の比率を前記 NO_x 吸蔵還元触媒に流入する排気の流量に応じて設定する、請求項3に記載の内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【0033】

すなわち、請求項8の発明では NO_x または SO_x の吸蔵に関する各部分の比率は排気流量に応じて設定される。 NO_x 吸蔵還元触媒の NO_x または SO_x の吸蔵能力は排気流量（空間速度）に応じて変化し、その変化特性は触媒の各部分毎に異なる。このため、排気流量に応じて NO_x または SO_x の吸蔵に関する各部分の比率を設定することにより、各部分の NO_x または SO_x の吸蔵量を正確に推定することが可能となる。

【0034】

請求項9に記載の発明によれば、前記推定手段は、前記所定の比率を前記 NO_x 吸蔵還元触媒に流入する排気中の前記特定成分濃度に応じて設定する、請求項3に記載の内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【0035】

すなわち、請求項9の発明では NO_x または SO_x の吸蔵に関する各部分の比率は排気中の NO_x または SO_x の濃度に応じて設定される。 NO_x 吸蔵還元触媒の NO_x または SO_x の吸蔵速度はそれぞれ排気中の NO_x または SO_x の濃度に応じ

て変化する。また、排気中の NO_x 濃度や SO_x 濃度は触媒内で一様ではなく、触媒の上流側から下流側に向けて濃度が低下する。従って、 NO_x 吸蔵還元触媒に流入する排気中の NO_x または SO_x の濃度に応じて NO_x 吸蔵に関する比率を設定することにより、各部分の NO_x の吸蔵量を正確に推定することが可能となる。

【0036】

請求項10に記載の発明によれば、前記推定手段は、前記 NO_x 吸蔵還元触媒下流側に配置した、排気酸素濃度を検出する O_2 センサを備え、 NO_x 吸蔵還元触媒の再生操作時に前記各部分毎から脱離される前記特定成分量を前記 O_2 センサ出力に基づいて設定する、請求項4に記載の内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【0037】

すなわち、請求項10の発明では再生操作時に NO_x 吸蔵還元触媒出口排気の酸素濃度に応じて各部分の脱離 NO_x 量または脱離 SO_x 量を設定する。後述するように、 NO_x 吸蔵還元触媒の再生操作時には、 NO_x 吸蔵還元触媒に流入する排気空燃比がリッチ空燃比であっても、 NO_x 吸蔵還元触媒から吸蔵 NO_x または SO_x が脱離している間は NO_x 吸蔵還元触媒出口排気の空燃比は理論空燃比に維持され、吸蔵 NO_x または SO_x の脱離が完了すると触媒出口排気の空燃比がリッチ空燃比に変化する。しかし、実際にはこの状態で NO_x または SO_x の脱離が完了しているのは NO_x または SO_x の吸蔵、脱離速度が大きい部分（例えば触媒上流側部分）のみであり、 NO_x または SO_x の吸蔵、脱離速度が小さい部分（例えば触媒下流側部分）では吸蔵された NO_x または SO_x はほとんど脱離していない。従って、 NO_x または SO_x の吸蔵、脱離速度の小さい部分では再生操作時に触媒出口排気の空燃比が理論空燃比からリッチ空燃比になったときに吸蔵 NO_x または SO_x の脱離が始まると考えて良い。このため、再生操作時に触媒出口排気空燃比を監視し、例えばこの空燃比がリッチ空燃比に変化した後リッチ空燃比が継続する時間に応じて NO_x または SO_x の脱離速度が小さい部分の NO_x または SO_x の吸蔵量を低下させるようにすることにより、 NO_x 吸蔵還元触媒各部分の NO_x または SO_x の吸蔵量を正確に推定することが可能となる。

【0038】

請求項11に記載の発明によれば、前記再生手段は、前記 NO_x 吸蔵還元触媒の各部分毎に推定した前記特定成分吸蔵量の合計値に基づいて前記再生操作を実行する、請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【0039】

すなわち、請求項11の発明では、 NO_x 吸蔵還元触媒の各部分毎に推定した NO_x または SO_x の吸蔵量の合計に基づいて再生操作を実行する。例えば、この合計値が所定値に到達したときに再生操作を実行するようにすることにより、 NO_x 吸蔵還元触媒の NO_x 吸蔵能力を有効に活用し、効率的な NO_x または SO_x の吸蔵と還元浄化とを行うことが可能となる。

【0040】

請求項12に記載の発明によれば、前記再生手段は更に、前記 NO_x 吸蔵還元触媒の各部分毎に推定した前記特定成分吸蔵量のうち、特定の部分の前記特定成分吸蔵量に基づいて、前記再生操作実行時に NO_x 吸蔵還元触媒に流入する排気の空燃比をリッチ空燃比に短時間維持した後に理論空燃比に維持する時間を定める、請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【0041】

すなわち、請求項12の発明では NO_x 吸蔵還元触媒の特定部分の NO_x または SO_x の吸蔵量に応じて、再生操作実行後に排気空燃比を理論空燃比に維持する時間を定める。例えば、再生操作実行時に NO_x 吸蔵還元触媒に流入する排気空燃比をリッチ空燃比に維持した後、各部分の NO_x または SO_x の吸蔵量が全てゼロになっている場合には排気空燃比を理論空燃比に維持する時間をゼロに設定して直ちにリーン空燃比運転を開始しても良いが、ある特定の部分に吸蔵 NO_x または SO_x が残留している状態で直ちにリーン空燃比運転を開始すると、この特定部分の NO_x または SO_x の吸蔵量が増加してしまう問題が生じるため、この特定部分から NO_x または SO_x の全量が脱離するまで理論空燃比の排気を触媒に供給することが好ましい。従って、ある特定の部分（ NO_x または SO_x が残留しやすい部分）の NO_x または SO_x の吸蔵量に応じて再生操作時に排気空燃比をリッチ空燃比に維持した後の理論空燃比に維持する時間を決定することにより、この

部分への NO_x または SO_x の蓄積が防止される。

【0042】

請求項13に記載の発明によれば、前記特定の部分は、再生操作実行時に他の部分に較べて吸蔵された前記特定成分が脱離する速度が低い部分である、請求項12に記載の内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【0043】

すなわち、請求項13の発明では請求項12の NO_x 吸蔵還元触媒の特定の部分として、 NO_x または SO_x の脱離速度が他に較べて低い部分（例えば触媒下流側部分やコート層下層部分）とされる。これらの部分では NO_x または SO_x の脱離速度が低いため、再生操作完了時にも吸蔵 NO_x または SO_x が完全には脱離せず、 NO_x または SO_x が残留しやすくなっている。このため、この部分の NO_x または SO_x の吸蔵量に応じて再生操作後に排気空燃比を理論空燃比に維持する時間を決定することにより、この部分への NO_x または SO_x の蓄積が生じることが防止される。

【0044】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面を用いて本発明の実施形態について説明する。

図1は、本発明を自動車用ガソリン機関に適用した実施形態の装置全体の基本構成概略を示す図である。

【0045】

図1において、1は機関本体、5は排気通路をそれぞれ示している。

本実施形態では、機関1は負荷条件に応じて運転空燃比が変更されるが、その運転領域の大部分で理論空燃比よりリーンな空燃比で運転される、いわゆるリーンバーンエンジンとされている。

本実施形態では、排気通路5には NO_x 吸蔵還元触媒20が配置されている。

また、図に符号30で示すのは機関1の電子制御ユニット（ECU）である。ECU30は、RAM、ROM、CPU、入出力ポートを備えた公知のマイクロコンピュータとして構成され、本実施形態では機関1の燃料噴射制御や点火時期制御などの基本制御を行う他、後述する NO_x 吸蔵還元触媒20の再生操作（リ

ッチスパイク操作)や、触媒20の NO_x 吸蔵量(または SO_x 吸蔵量)の推定計算等の操作を行う。

【0046】

これらの各種操作のため、ECU30には機関1の回転数、アクセル開度(アクセルペダル(図示せず)の踏み込み量)等がそれぞれ対応するセンサから入力されている他、 NO_x 吸蔵還元触媒20の下流側の排気通路に配置された O_2 センサ35から NO_x 吸蔵還元触媒20出口排気中の酸素濃度に対応する信号が入力されている。

【0047】

本実施形態の NO_x 吸蔵還元触媒20は、例えばアルミナを担体とし、この担体上に例えばカリウムK、ナトリウムNa、リチウムLi、セシウムCsのようなアルカリ金属、バリウムBa、カルシウムCaのようなアルカリ土類、ランタンLa、セリウムCe、イットリウムYのような希土類から選ばれた少なくとも一つの成分と、白金Ptのような貴金属とを担持したものである。 NO_x 吸蔵還元触媒20は機関1の排気空燃比がリーンのときに、排気中の NO_x (NO、 NO_2)を吸着、吸収またはその両方にて選択的に吸蔵保持し、流入する排気空燃比が理論空燃比またはリッチ空燃比となったときに、吸蔵した NO_x を脱離させるとともに排気中の未燃炭化水素やCO、 CO_2 等により還元浄化するものである。

【0048】

すなわち、リーン空燃比運転中の機関の排気に含まれる NO_x は一旦 NO_x 吸蔵還元触媒20に吸蔵され、機関1の排気空燃比が理論空燃比またはリッチ空燃比になったときに、 NO_x 吸蔵還元触媒20から脱離して排気中に含まれる炭化水素や、COなどの成分により NO_x 吸蔵還元触媒上で還元、浄化される。これにより、機関排気中の NO_x が大気に排出されることが防止される。

【0049】

ところが、リーン空燃比運転が続き NO_x 吸蔵還元触媒20の NO_x の吸蔵が続くと NO_x 吸蔵還元触媒20に吸蔵された NO_x 量が増大する。

NO_x 吸蔵還元触媒は、 NO_x 吸蔵量が増大するにつれて NO_x 吸蔵能力(ここ

では、流入する排気中の NO_x のうち NO_x 吸蔵還元触媒に吸蔵される NO_x の割合を NO_x 吸蔵能力または NO_x 浄化率と呼ぶ)は低下する。そして、 NO_x 吸蔵還元触媒が吸蔵可能な最大量の NO_x を吸蔵した状態(飽和状態)では、 NO_x 吸蔵還元触媒20は排気中の NO_x を全く吸蔵することができなくなり NO_x 吸蔵還元触媒20の NO_x 浄化率はゼロになる。

【0050】

従って、本実施形態では、 NO_x 吸蔵還元触媒の NO_x 浄化率の低下を防止して NO_x の大気放出を防止するために、 NO_x 吸蔵還元触媒20の NO_x 吸蔵量がある程度まで増大したときにリーン空燃比運転中の機関1を短時間リッチ空燃比で運転するリッチスパイク操作を行う。

リッチスパイク操作を行うことにより、一時的に機関1の排気空燃比はリッチ空燃比になり、酸素濃度が低下するとともに排気中の未燃炭化水素や CO_2 、還元成分である CO 等の量が増大する。これにより、 NO_x 吸蔵還元触媒からは吸蔵された NO_x が脱離し、触媒上で排気中の未燃炭化水素や CO_2 、還元成分である CO 等と反応し、 N_2 に還元浄化される。

【0051】

すなわち、リッチスパイク操作を行うことにより、 NO_x 吸蔵還元触媒20からは吸蔵した NO_x が脱離し、触媒20の NO_x 吸蔵量は低下するため触媒20の NO_x 吸蔵能力が回復する。本明細書では、上記リッチスパイク操作のように NO_x 吸蔵還元触媒から NO_x を脱離させて NO_x 吸蔵能力を回復させる操作を再生操作と称する場合がある。

【0052】

ところが、再生操作では NO_x 吸蔵還元触媒にリッチ空燃比の排気を供給するために機関を短時間リッチ空燃比で運転する必要が生じる。このため、例えば NO_x 吸蔵還元触媒の NO_x 吸蔵量がまだ増大しておらず十分に NO_x 吸蔵能力が残っている状態であるにもかかわらず再生操作を実行すると、 NO_x 吸蔵還元触媒の吸蔵能力を有効に活用できないだけでなく再生操作実行頻度が増大し、機関の燃料消費量が増大する問題がある。

【0053】

また、 NO_x 吸蔵量が過度に増大するまで再生操作を実行しないと、機関が NO_x 吸蔵還元触媒の NO_x 吸蔵能力が低下した状態で運転される時間が長くなり NO_x の大気への放出量が増大する問題がある。

このため、 NO_x 吸蔵還元触媒の NO_x 吸蔵能力を有効に活用して排気浄化を行い、燃料消費量の増大や排気性状の悪化を防止するためには、 NO_x 吸蔵還元触媒の NO_x 吸蔵量を正確に把握して適切なタイミングで再生操作を実行する必要がある。

【0054】

なお、前述したように NO_x 吸蔵還元触媒は、 NO_x とまったく同様に SO_x の吸蔵と脱離とを行い、 SO_x 吸蔵量の増大とともに NO_x と SO_x の吸蔵能力が低下する。このため、 NO_x 吸蔵能力回復のためには NO_x の場合と同様な再生操作が必要となる。この再生操作にはリッチ空燃比排気を NO_x 吸蔵還元触媒に供給する時間が長く、触媒温度を上昇させる必要がある点を除けば NO_x 脱離のための再生操作と全く同様である。

従って、 SO_x の吸蔵についても NO_x の吸蔵と同様に吸蔵量を正確に把握して適切なタイミングで再生操作を実行する必要がある。

以下の実施形態では、 NO_x 吸蔵還元触媒の NO_x の吸蔵と脱離とに例をとって説明するが、 SO_x の場合についても以下の実施形態が成立する。

従って、本明細書では重複を避けるため SO_x の場合についての実施形態を別途記載することはしないが、以下の各実施形態で適宜「 NO_x 」を「 SO_x 」と読み替えることにより SO_x の場合についても全く同じ実施形態が成立することに留意されたい。

【0055】

前述の特開平7-139340号公報の装置では、 NO_x カウンタを用いて NO_x 吸蔵還元触媒の NO_x 吸蔵量を推定しているものの、 NO_x 吸蔵還元触媒の各部分での NO_x の吸蔵、脱離の状態を触媒全体にわたって均一と仮定し、単一の NO_x カウンタを用いて NO_x 吸蔵量を算出しているため NO_x 吸蔵量の推定に誤差が生じる場合があることは前述した。

【0056】

本実施形態では、 NO_x 吸蔵還元触媒を複数の部分に分けて、それぞれの部分に互いに独立して操作可能な NO_x カウンタを設け、これらの NO_x カウンタをそれぞれの部分の NO_x の吸蔵、脱離特性に応じて増減することにより上記問題を解決している。

すなわち、 NO_x 吸蔵還元触媒の各部分の NO_x の吸蔵、脱離特性はそれぞれ異なっている。例えば、 NO_x 吸蔵還元触媒には NO_x を吸蔵しやすい部分（ NO_x の吸蔵速度が大きい部分）と吸蔵しにくい部分（吸蔵速度が小さい部分）とがあり、触媒に流入する排気中の NO_x はまず吸蔵しやすい部分に優先的に吸蔵され、ある程度吸蔵しやすい部分の NO_x 吸蔵量が増大してから吸蔵しにくい部分での NO_x 吸蔵がはじまる傾向がある。また、 NO_x 吸蔵還元触媒の再生操作時にも NO_x はまず上記吸蔵しやすい部分から脱離し、この部分である程度脱離が進んでから吸蔵しにくい部分で脱離が始まる傾向がある。

【0057】

上記 NO_x を吸蔵しやすい部分としては、例えば NO_x 吸蔵還元触媒の上流側部分（入口部分）があり、吸蔵しにくい部分としては、例えば NO_x 吸蔵還元触媒の下流側部分（出口部分）がある。すなわち、 NO_x 吸蔵還元触媒に流入する排気はまず入口部分で触媒と接触するため、入口部分の触媒の NO_x 吸蔵能力が高い場合は排気中の NO_x の大部分がこの部分に吸蔵され出口部分まで到達する NO_x 量は少なくなる。このため、吸蔵時には排気中の NO_x はまず NO_x 吸蔵還元触媒の上流側部分（入口部分）に吸蔵され、この部分の吸蔵能力がある程度低下してから初めて下流側部分（出口部分）に吸蔵されるようになる。従って、 NO_x 吸蔵還元触媒の上流側部分では NO_x が吸蔵されやすく短時間で NO_x の吸蔵量が増大するが、下流側部分では NO_x が吸蔵されにくく、 NO_x の吸蔵量の増大速度は小さくなる。

【0058】

また、再生操作時にも同様な現象が生じる。例えば、リッチ空燃比の排気が NO_x 吸蔵還元触媒に流入すると、この排気はまず入口部分の触媒と接触し、この部分から NO_x を脱離させ還元する。これにより、排気中の未燃炭化水素や CO 等の成分の多くが NO_x 吸蔵還元触媒の入口部分で脱離した NO_x の還元消費さ

れてしまい、触媒出口部分に到達する排気中に含まれる未燃炭化水素やCO等の成分量は少なくなる。また、後述するように出口部分に至るまでにNO_xの還元のために排気空燃比は理論空燃比近傍まで上昇しているため、出口部分ではNO_xの脱離が生じにくくなる。このため、NO_x吸蔵還元触媒の再生操作時にも、NO_x吸蔵還元触媒の上流側部分ではNO_xが脱離しやすく短時間でNO_xの吸蔵量が減少するが、下流側部分ではNO_x吸蔵量の減少速度が小さくなるのである。

【0059】

また、上記のようにNO_xを吸蔵しやすい部分と吸蔵しにくい部分としては、上流側部分や下流側部分だけでなく、例えば触媒のコート層の上層部分も排気と最初に接触するためNO_xを吸蔵、脱離しやすく、コート層下層部分は上層部分と接触した後の排気と接触するためNO_xを吸蔵、脱離しにくい特性を有する。

本実施形態では、NO_x吸蔵還元触媒のNO_xを吸蔵しやすい部分の吸蔵、脱離特性に適合した増減特性を設定した第1のNO_xカウンタと、吸蔵しにくい部分の吸蔵、脱離特性に適合した増減特性を設定した第2のNO_xカウンタとを用いることにより、それぞれの部分に吸蔵されたNO_x量を推定する。

【0060】

図2は、本実施形態のNO_xカウンタ増減の基本操作を説明するフローチャートである。本操作はECU30により一定時間毎に実行されるルーチンとして行われる。

図2のフローチャートでは、ステップ203から209がリーン空燃比運転時におけるNO_x吸蔵還元触媒のNO_x吸蔵に対応してNO_xカウンタNC1、NC2を増大させる操作、ステップ211から223が再生操作（リッチスパイク操作）や運転条件の変化による負荷の増大などによる理論空燃比運転またはリッチ空燃比運転が行われた場合のNO_x吸蔵還元触媒からのNO_xの脱離に対応してNO_xカウンタNC1、NC2を減少させる操作である。

【0061】

NO_x吸蔵還元触媒20は、流入する排気空燃比がリーンのときに排気中のNO_xを吸蔵し、流入する排気空燃比がリッチまたは理論空燃比になったときに吸蔵したNO_xを脱離させ還元浄化する。そこで、図2の操作では、まずステ

ステップ 2 0 1 で現在リーン空燃比運転が行われているか否かが判定され、リーン空燃比運転が行われている場合にはステップ 2 0 3 から 2 3 9 の NO_x カウンタ増大操作が、リーン空燃比運転が行われていない場合（すなわち、理論空燃比またはリッチ空燃比運転（リッチスパイク操作を含む）が行われている場合）にはステップ 2 1 1 から 2 2 3 の NO_x カウンタ減少操作が、それぞれ行われる。

【 0 0 6 2 】

ステップ 2 0 3 から 2 0 9 の増大操作では、まずステップ 2 0 3 で機関の単位時間（図 2 の操作の実行間隔）当たりの NO_x 発生量 NA が算出される。

機関の単位時間当たりの NO_x 発生量は、機関の回転数、負荷（燃料噴射量またはアクセルペダル踏み込み量）等の運転条件により定まる。また、リーン空燃比運転中には、 NO_x 吸蔵還元触媒 2 0 の NO_x 吸蔵能力が高い間は、機関で発生した NO_x （すなわち NO_x 吸蔵還元触媒に流入する NO_x ）の全量が NO_x 吸蔵還元触媒に吸蔵されると考えられる。

【 0 0 6 3 】

そこで、本実施形態では、予め実際の機関を用いて機関の回転数、負荷を変化させて機関の単位時間当たりの NO_x 排出量を測定し、それぞれの運転条件における NO_x 排出量を回転数と負荷とをパラメータとした数値テーブルの形で ECU 3 0 の ROM に格納してある。ステップ 2 0 3 では、機関の現在の回転数と負荷とに基づいて、上記数値テーブルから現在の運転状態における機関の単位時間当たりの NO_x 発生量を NA を読み出す。

【 0 0 6 4 】

なお、実際には機関で発生した NO_x の全量が NO_x 吸蔵還元触媒に吸蔵される訳ではなく、 NO_x 吸蔵還元触媒の吸蔵能力が高い場合でも触媒に吸蔵されずに通過する NO_x がわずかに存在する。そこで、本実施形態では、 NA の値は機関の単位時間 NO_x 発生量に所定の比率（流入する排気中の NO_x のうち NO_x 吸蔵還元触媒に吸蔵される NO_x の比率であり、本実施形態では略 1. 0 に近い値とされる）を乗じたものとしている。

【 0 0 6 5 】

次に、ステップ 2 0 5 では上記により算出した NO_x 量 NA を第 1 と第 2 の N

NO_xカウンタ NC 1 と NC 2 とに振り分けるための分配係数 r が算出される。

すなわち、本実施形態では、NO_x吸蔵還元触媒 20 内に NO_x を吸蔵しやすい部分と吸蔵しにくい部分とがあることを考慮して、NO_x吸蔵還元触媒 20 に流入する NO_x の量 NA を各部分の NO_x 吸蔵特性（吸蔵しやすさ）に応じて各部分に分配しているのである。

【0066】

すなわち、ステップ 207 と 209 とではステップ 205 で算出した分配係数 r を用いて、カウンタ NC 1 と NC 2 とが、それぞれ $(1-r) \times NA$ 及び $r \times NA$ だけ増大される。

本実施形態では、カウンタ NC 1 は比較的 NO_x を吸蔵しやすい部分（第 1 の部分、例えば触媒上流側部分やコート層上層部等）に吸蔵された NO_x の量を表し、カウンタ NC 2 は比較的 NO_x を吸蔵しにくい部分（第 2 の部分、例えば触媒下流側部分やコート層下層部等）に吸蔵された NO_x の量を表している。分配係数 r は、これらの部分の NO_x の吸蔵速度（吸蔵しやすさの程度）に応じて定められる係数（ $0 \leq r \leq 1$ ）である。このように、NO_x吸蔵還元触媒 20 の各部分の NO_x 吸蔵特性に応じて各部分に吸蔵される NO_x 量を分配することにより、NO_x吸蔵還元触媒が吸蔵する NO_x の量を正確に推定することが可能となる。

【0067】

例えば、再生操作実施直後で第 1 の部分の吸蔵能力が十分に高いような場合には、触媒に流入する NO_x のほぼ全量が第 1 の部分に吸蔵され、第 2 の部分にはほとんど NO_x が到達しないため NO_x は吸蔵されない。この場合には、分配係数 r は 0 に近い値に設定され、第 1 の NO_x カウンタが比較的大きな速度で増大し、第 2 のカウンタの増大速度は非常に小さくなる。

【0068】

また、第 1 の部分にかなりの量の NO_x が吸蔵された状態になると、第 1 の部分では NO_x の吸蔵能力が低下し、第 2 の部分にも NO_x が到達するようになり第 2 の部分に吸蔵される NO_x 量が増大する。従ってこのような場合には、分配係数は比較的大きな値に設定され、第 1 の NO_x カウンタ NC 1 の増大速度は小さく、第 2 の NO_x カウンタ NC 2 の増大速度は大きくなる。

【0069】

なお、分配係数 r の設定方法については後に詳述する。

ステップ 203 から 209 の操作により、リーン空燃比運転中に NO_x 吸蔵還元触媒 20 に流入する排気中の NO_x は NO_x 吸蔵還元触媒の各部分に、それぞれの部分の吸蔵特性に応じた量だけ吸蔵されるようになる。

次にステップ 211 から 223 の NO_x カウンタ減少操作について説明する。

【0070】

NO_x 吸蔵還元触媒に流入する排気空燃比が理論空燃比以下になると、 NO_x 吸蔵還元触媒 20 に吸蔵された NO_x が触媒から脱離するが、この場合の脱離量（速度）は排気空燃比により異なり排気空燃比がリッチになるほど大きくなる。また、 NO_x の脱離の場合にも例えば触媒の前述の第 1 の部分では脱離速度が大きく、第 2 の部分では小さい。また、例えば触媒上流側部分やコート層上層部分等の第 1 の部分で NO_x が脱離している間は、第 1 の部分から脱離した NO_x の還元のために排気中の未燃炭化水素や還元成分などが消費されるため、触媒下流側部分やコート層下層部分等の第 2 の部分では NO_x の脱離はほとんど生じない。

【0071】

従って、本実施形態では例えば触媒に流入する排気空燃比のリッチの程度と、触媒の第 1 の部分での NO_x 吸蔵量等に応じて第 1 の NO_x カウンタと第 2 の NO_x カウンタとの減少速度を設定する。

すなわち、図 2 のステップ 201 で理論空燃比またはリッチ空燃比運転が行われている場合には、ステップ 211 に進み第 1 と第 2 の NO_x カウンタの減少速度 $\text{NR}1$ と $\text{NR}2$ とが算出される。ここで、 $\text{NR}1$ と $\text{NR}2$ とは、排気空燃比が低い（リッチな）ほど大きな値に設定され、更にリッチ空燃比運転開始後の経過時間に応じて変更される。なお、減少速度 $\text{NR}1$ と $\text{NR}2$ との設定については後に詳述する。

【0072】

次いでステップ 213 では、第 1 の NO_x カウンタ $\text{NC}1$ がステップ 211 で算出した減少速度 $\text{NR}1$ だけ減量され、ステップ 215 と 217 とでは、低減した後の $\text{NC}1$ の値が 0 より小さく（負に）ならないようにガードされる。また、

ステップ 219 から 221 では、同様に第 2 の NO_x カウンタ NC 2 の値が NR 2 だけ減量され、負にならないようにガードされる。

【0073】

このように、 NO_x 脱離時に NO_x 吸蔵還元触媒の各部分から脱離する NO_x 量を個別に定めることにより、正確に NO_x 吸蔵還元触媒中の NO_x 吸蔵量を推定することが可能となる。

次に、図 2 のステップ 205 で設定される分配係数 r の設定例について説明する。

【0074】

分配係数 r の設定方法としては、例えば以下のような方法がある。

- (1) r を固定値とする方法。
- (2) NO_x 吸蔵還元触媒の NO_x 吸蔵量に応じて r を設定する方法。
- (3) NO_x 吸蔵還元触媒の劣化程度に応じて r を設定する方法。
- (4) NO_x 吸蔵還元触媒の温度に応じて r を設定する方法。
- (5) 排気流量に応じて r を設定する方法。
- (6) 流入する排気中の NO_x 濃度に応じて r を設定する方法。

以下、それぞれについて説明する。

【0075】

- (1) r を固定値とする方法。

前述のように、触媒の第 1 の部分では NO_x が吸蔵されやすく、第 2 の部分では吸蔵され難い。このため、第 1 の NO_x カウンタの増大速度は第 2 の NO_x カウンタの増大速度より大きくなる。従って、近似的に r の値を $(1-r) > r$ となるように固定して第 1 と第 2 の NO_x カウンタを増大させるようにすることもできる。

この場合、 r の値（固定値）は実際の NO_x 吸蔵還元触媒を用いた実験により使用する触媒に最適な値を設定する。

【0076】

- (2) NO_x 吸蔵還元触媒の NO_x 吸蔵量に応じて r を設定する方法。

前述したように、 NO_x 吸蔵還元触媒の第 1 の部分の NO_x 吸蔵能力が大きい状

態では、流入する排気中の NO_x のほとんどは第1の部分に吸収されてしまい、第2の部分には NO_x がほとんど到達しない。しかし、第1の部分に吸蔵された NO_x 量が増大するにつれて第1の部分の NO_x 吸蔵能力は低下するため、次第に第1の部分に吸蔵される NO_x 量が低下する。これにより、第2の部分に到達して吸蔵される NO_x 量が増大するようになる。

【0077】

このため、例えば分配係数 r の値を第1の部分に吸蔵された NO_x 量、すなわち第1の NO_x カウンタの値に応じて変化させるようにすれば、各部分の NO_x 吸蔵量をより正確に推定することができる。

図3は、本実施形態における第1の NO_x カウンタ $\text{NC}1$ と分配係数 r との関係を示す図である。図3に示すように、 $\text{NC}1$ の値が小さく第1の部分にほとんど NO_x が吸蔵されていない状態では r の値は略0に近い値にセットされ、 $\text{NC}1$ の増大速度は NA に近い値になる（図2ステップ207）。すなわち、流入する NO_x の略全量が NO_x 吸蔵還元触媒20の第1の部分に吸蔵される。

【0078】

また、 $\text{NC}1$ の値が増大するにつれて、すなわち第1の部分に吸蔵される NO_x の量が増大するにつれて r の値は増大し、次第に第2の部分に吸蔵される NO_x の比率が増大するようになる。

なお、上記のように吸蔵量に応じて分配係数 r の値を設定する場合に、近似的に再生操作完了後のリーン空燃比運転開始からの経過時間に応じて r を設定するようにすることもできる。図4は、リーン空燃比開始後の経過時間に応じて r を設定する場合の設定カーブを示し、縦軸は r を、横軸は再生操作終了後のリーン空燃比運転開始からの経過時間を示している。図4のように r を経過時間に応じて変化させることによっても各部分の NO_x 吸蔵量を正確に推定することができる。

【0079】

また、例えば、リーン空燃比運転開始後一定時間までは $r=0$ （すなわち、 NO_x の全量が第1の部分のみに吸蔵される）として、一定時間経過後 r を一定値（例えば $r=0.5$ ）または、時間とともに増大する値として設定するようにし

ても良い。この場合、リーン空燃比運転開始後、一定時間が経過するまでは第2の NO_x カウンタの値は一定値のままであり、上記一定時間が経過すると増大を開始するようになる。

【0080】

(3) NO_x 吸蔵還元触媒の劣化程度に応じて r を設定する方法。

NO_x 吸蔵還元触媒20の第1の部分（例えば触媒上流側部分やコート層の上層部分）は NO_x が吸蔵されやすい部分であるが、このことは逆に言えば触媒の劣化の進行が速い部分であるとも言える。例えば、触媒上流側部分やコート層上層部分では接触する排気の温度が高いために熱劣化が生じやすい。また、排気中に硫黄分が含まれると、硫黄は NO_x と同様に NO_x 吸蔵還元触媒に吸蔵され、硫黄分の蓄積により再生操作によっても NO_x 吸蔵能力が回復しない、いわゆる硫黄被毒が生じる。この硫黄被毒も当然に NO_x が吸蔵されやすい第1の部分に生じやすい。

【0081】

従って、触媒の劣化が進むと第1の部分では第2の部分より劣化の進行が速く NO_x 吸蔵能力の低下が大きくなる。

図5は、本実施形態における分配係数 r の設定例を説明する図である。図5の例では、毎回の NO_x 吸蔵時には図4と同様にリーン空燃比運転開始後の経過時間に応じて r を設定するが、触媒の劣化程度が進むにつれて r の値が短時間で増大するように r の設定カーブ自体を変更するようにしている。

【0082】

図5において、カーブ1は触媒の劣化が生じていない場合の r 設定カーブ、カーブ2は触媒の劣化が進行した状態での r の設定カーブを、それぞれ示している。図5に示すように、本実施形態では触媒が劣化した場合（カーブ2）には劣化していない場合（カーブ1）に較べて、リーン空燃比運転開始後短時間で r の値が増大するように設定されている。

【0083】

なお、触媒の劣化程度の検出は公知のいずれの方法を用いても良いが、簡易に触媒の累積使用時間を劣化程度を表すパラメータとして使用し、累積使用時間が

増大するほど触媒が劣化したと仮定するようにしてもよい。

このように、劣化程度に応じて r の値を変化させることにより、触媒の劣化状態にかかわらず触媒の NO_x 吸蔵量を正確に推定することが可能となる。

【0084】

(4) NO_x 吸蔵還元触媒の温度に応じて r を設定する方法。

NO_x 吸蔵還元触媒の NO_x 吸蔵能力は触媒温度に応じて変化する。例えば、通常の NO_x 吸蔵還元触媒は比較的狭い温度範囲で高い NO_x 吸蔵能力を示すが、この温度範囲から外れると NO_x 吸蔵能力が低下する。

一方、 NO_x 吸蔵還元触媒の第1の部分は第2の部分に較べて排気温度の影響を受けやすく、排気温度とともに触媒温度が変化する。このため、排気温度が高くなると第1の部分では少ない NO_x 吸蔵量でも大きく NO_x 吸蔵能力が低下するようになり、リーン空燃比運転開始後短時間で NO_x 吸蔵能力が低下する。

【0085】

また、排気温度が低くなった場合にも同様にリーン空燃比運転開始後短時間で NO_x 吸蔵能力が低下する。

そこで、本実施形態では触媒温度（排気温度）に応じて r の設定を変化させるようにしている。

図6は、図4のように毎回の NO_x 吸蔵時に時間とともに r の値を変化させる際に上記触媒温度の変化を考慮する場合を示している。

図6においてカーブ1は、触媒の吸蔵能力が最も高くなる温度（例えば 670°K 程度）の場合の r 設定カーブを示し、カーブ2及びカーブ3は触媒の NO_x 吸蔵能力が許容限度付近まで低下する高温側の温度（例えば 720°K 程度）と低温側の温度（例えば 570°K 程度）における r 設定カーブをそれぞれ示している。

【0086】

カーブ2及びカーブ3では、いずれも触媒の第1の部分が比較的少量の NO_x を吸蔵しただけで NO_x 吸蔵能力が大きく低下するため、カーブ1に較べてリーン空燃比運転開始後短時間で r の値が増大するように設定されている。

図6のように触媒温度（排気温度）に応じて r の値を設定することにより、触

媒温度（排気温度）の変化にかかわらず正確に NO_x 吸蔵還元触媒の NO_x 吸蔵量を推定することが可能となる。

【0087】

（5）排気流量に応じて r を設定する方法。

排気流量が大きい場合には、触媒における空間速度が大きくなり触媒に NO_x が吸蔵されやすくなる。このため、特に触媒の第1の部分では NO_x の吸蔵量の増大速度が速くなり、リーン空燃比運転開始後比較的短時間で NO_x 吸蔵能力が低下する。このため、排気流量が大きい場合には、排気流量が小さい場合に比べて分配係数 r がリーン空燃比運転開始後短時間で増大するように設定することにより、排気流量による NO_x 吸蔵量推定の誤差を排除することができる。

【0088】

図7は、図4のように毎回の NO_x 吸蔵時に時間とともに分配係数 r の値を変化させる際に上記の排気流量の変化を考慮した r の設定を示している。

図7においてカーブ1は排気流量が比較的少ない場合の r の設定カーブを、カーブ2はカーブ1より流量が増大した場合、カーブ3はカーブ2より更に流量が増大した場合の r の設定カーブを、それぞれ示している。図7に示すように、 R の値は排気流量が増大するにつれて、リーン空燃比運転開始後短い時間で増大するように設定されている。

【0089】

（6）流入する排気中の NO_x 濃度に応じて r を設定する方法。

排気 NO_x 濃度が高い場合には、触媒に NO_x が吸蔵されやすくなり特に触媒の第1の部分では NO_x 吸蔵量が速く増大する。この場合も、リーン空燃比運転開始後短時間で第1の部分では NO_x 吸蔵量の増大のために NO_x 吸蔵能力が低下する。従って、排気の NO_x 濃度が高い場合には分配係数 r の値もリーン空燃比運転開始後短時間で増大するように設定する必要がある。

【0090】

図8は、図4と同様に毎回の NO_x 吸蔵時に時間とともに分配係数 r の値を変化させる際に上記の排気流量の変化を考慮した r の設定を示している。

図8においてカーブ1、カーブ2、カーブ3は排気 NO_x 濃度が低い場合（カ

ープ1) から NO_x 濃度が増大した場合(カーブ2、3)の r の設定を示している。図8に示すように、 r の値は排気 NO_x 濃度が増大するにつれて、リーン空燃比運転開始後短時間で増大するように設定されている。

【0091】

図8のように、排気 NO_x 濃度に応じて分配係数 r を設定することにより排気 NO_x 濃度の変化にかかわらず正確に NO_x 吸蔵還元触媒の NO_x 吸蔵量を推定することが可能となる。

なお、上記(5)、(6)では排気流量と排気 NO_x 濃度とに応じて別個に分配係数 r を設定する方法を説明したが、触媒に単位時間あたりに流入する NO_x 量が多いほど触媒の第1の部分に吸蔵される NO_x 量は増大する。従って、排気流量と排気 NO_x 濃度とを別個に考慮するのではなく、排気流量と排気 NO_x 濃度との積、或いは機関の単位時間当たりの NO_x 発生量 N_A に応じて(例えば N_A が多いほど短時間で r が増大するように) r の値を設定することも可能である。

【0092】

上記のように、種々の条件を考慮することにより、リーン空燃比運転時に排気から NO_x 吸蔵還元触媒の各部分に吸蔵される NO_x 量を正確に推定することが可能となる。しかし、 NO_x 吸蔵還元触媒に吸蔵保持されている NO_x の量を正確に推定するためには、排気から触媒に吸蔵される NO_x 量を正確に推定するだけでは足りず、リッチ空燃比運転時に NO_x 吸蔵還元触媒の各部分から脱離する NO_x 量をも正確に推定する必要がある。

【0093】

前述したように、 NO_x 吸蔵還元触媒の第2の部分では第1の部分に較べて吸蔵された NO_x が脱離しにく再生操作時にも NO_x 吸蔵量の減少速度は小さくなる。このため、例えば図2のように NO_x カウンタを用いて吸蔵量を推定する際には第2の部分における NO_x 吸蔵量の減少速度を第1の部分と同一としていると第2の部分の NO_x 吸蔵量の推定が不正確になる。

【0094】

そこで、本実施形態では図2ステップ211のように、リッチ空燃比運転時の

NO_xカウンタの減少速度の値を第 1 の部分と第 2 の部分とで異なる値 (NR 1、NR 2) に設定している。

すなわち、本実施形態では第 2 の部分における減少速度 NR 2 は上記脱離速度の相違を考慮して、第 1 の部分における減少速度 NR 1 より小さな値に設定されている。これにより、再生操作などのリッチ空燃比運転時に NO_x吸蔵還元触媒の各部分から脱離する NO_x量をより正確に推定することができるため、リーン空燃比運転時に NO_x吸蔵還元触媒に吸蔵される NO_x量とともに各部分から脱離する NO_x量を用いることにより、NO_x吸蔵還元触媒に現在吸蔵保持されている NO_x量を正確に推定することが可能となる。

【0095】

なお、NO_x吸蔵還元触媒からの NO_xの脱離速度は他の条件が一定であれば触媒に流入する排気空燃比が低いほど (リッチなほど) 大きくなる。また、各部分からの脱離速度は触媒の種類、サイズによっても変化する。このため、本実施形態では予め実際の NO_x吸蔵還元触媒を用いて流入する排気空燃比を変化させて各部分における NO_xの脱離速度を実験により求めてあり、ECU 30 の ROM に空燃比と各部分の NO_xカウンタ減少速度 NR 1、NR 2 との関係を格納してある。図 2 のステップ 211 では、機関の空燃比からこの関係を用いてリッチ空燃比運転時の触媒の各部分における NO_xカウンタの減少速度を算出している。

【0096】

次に、本実施形態の再生操作について説明する。

前述したように、本実施形態では NO_x吸蔵還元触媒から NO_xを脱離させるべきときに再生操作を行い、NO_x吸蔵還元触媒の NO_x吸蔵力を回復させる。

また、本実施形態では、再生操作として機関 1 を短時間リッチ空燃比で運転し、NO_x吸蔵還元触媒 20 にリッチ空燃比の排気を供給するリッチスパイク操作を実施し、NO_x吸蔵還元触媒から NO_xを脱離させるべきときか否かの判断、すなわちリッチスパイク操作を実行すべきか否かの判断は各部分の NO_xカウンタ NC 1、NC 2 の値に基づいて行う。

【0097】

以下、リッチスパイク操作を実行すべきか否かの判断について説明する。

本実施形態では、第1の NO_x カウンタNC1と第2の NO_x カウンタNC2との和(NC1+NC2)の値が予め定めた判定値に到達したときにリッチスパイク操作を実行するようにしている。

前述したように、触媒の第1の部分では NO_x が吸蔵されやすく、かつ脱離しやすい。このため、リッチスパイク操作を行うと触媒の第1の部分では吸蔵 NO_x のほとんどが脱離して NO_x 吸蔵量は略ゼロになる。一方、触媒の第2の部分では NO_x が吸蔵されにくく、しかも脱離しにくい。このため、リッチスパイク操作を行っても、触媒の第2の部分では吸蔵した NO_x の一部が脱離せずに残留する場合がある。この場合には NO_x の吸蔵、脱離を繰り返す毎に触媒の第2の部分には NO_x が蓄積されるようになる。

【0098】

また、前述したようにリーン空燃比運転開始直後は NO_x 吸蔵還元触媒の第1の部分の NO_x 吸蔵能力が高いため、流入する NO_x のほとんどが第1の部分に吸蔵されるが、リーン空燃比運転開始後時間が経過するにつれて触媒の第1の部分では NO_x 吸蔵量の増大のために吸蔵能力が低下し、流入した NO_x のうち触媒の第2の部分に吸蔵されるものの割合が増大する。

【0099】

この場合、触媒の第2の部分の NO_x 吸蔵量が増大しており NO_x 吸蔵能力が低下していると、触媒の第1の部分を通過して第2の部分に到達した NO_x が第2の部分に吸蔵されずに触媒を通過してしまう可能性がある。

また、逆に NO_x 吸蔵還元触媒の第1の部分で多少 NO_x 吸蔵量が増大した場合でも、触媒の第2の部分の NO_x 吸蔵量が少なく、十分な NO_x 吸蔵能力が残っている場合には、第1の部分を通過した NO_x はその全量が第2の部分に吸蔵される。

【0100】

このため、 NO_x 吸蔵還元触媒の NO_x 吸蔵能力を回復させる操作を実行すべきか否かは、第1の部分と第2の部分との両方の NO_x 吸蔵量を考慮して判断する必要がある。

そこで、本実施形態では第1の部分と第2の部分との NO_x 吸蔵量の和が所定値を越えないように、すなわち NO_x カウンタNC1とNC2との和が所定の判定値に到達する毎にリッチスパイク操作を行うようにしている。

【0101】

これにより、例えば触媒の第2の部分に残留した NO_x 量が少なく、第2の部分の吸蔵能力が高い間は、触媒の第1の部分の NO_x 吸蔵量が比較的大きな値に到達するまで再生操作は実行されず、逆に触媒の第2の部分に残留した NO_x 量が増大している場合には、第1の部分の NO_x 吸蔵量が比較的少ない状態でもリッチスパイク操作が実行されるようになり、触媒の各部分の NO_x 吸蔵還能力を効果的に利用することが可能となる。

【0102】

具体的には、本実施形態ではECU30は別途実行される図示しないルーチンにより、第1と第2の NO_x カウンタの合計(NC1+NC2)の値を一定時間毎に監視し、この合計値が予め定めた所定値に到達する毎に、リッチスパイク操作を実行することにより、各部分の NO_x 吸蔵量が所定値を越えないようにしている。

【0103】

次に、本実施形態におけるリッチスパイク操作の終了タイミングについて説明する。リッチスパイク操作を継続する時間は一定値としても良いが、本実施形態では NO_x 吸蔵還元触媒20の下流側排気通路に配置した O_2 センサ35の出力に基づいてリッチスパイク操作の終了タイミングを判定している。

すなわち、リッチスパイク操作が開始されると NO_x 吸蔵還元触媒20に流入する排気の空燃比はリッチになり、触媒からは吸蔵された NO_x が脱離して触媒上で排気中の未燃炭化水素やCO等の成分と反応して N_2 に還元される。従って、触媒から NO_x が脱離して還元されている間は排気中の未燃炭化水素やCO等の成分が NO_x の還元により消費されるため、 NO_x 吸蔵還元触媒出口では排気中の未燃炭化水素やCO等の量が減少し、相対的に排気中の酸素濃度が増大するため空燃比は理論空燃比近傍になる。すなわち、リッチスパイク操作中、 NO_x 吸蔵還元触媒から NO_x が脱離している間は、 NO_x 吸蔵還元触媒20下流側の O_2

センサ 35 で検出した排気酸素濃度は、理論空燃比に相当する値に維持される。また、 NO_x 吸蔵還元触媒からの NO_x の脱離が完了して触媒から脱離する NO_x がなくなると、排気中の未燃炭化水素や CO 等が触媒下流側にも到達するようになるため、 O_2 センサ 35 で検出した排気酸素濃度は上流側と同じリッチ空燃比に対応した値になる。

【0104】

本実施形態では、上記を利用してリッチスパイク操作開始後 NO_x 吸蔵還元触媒 20 下流側の O_2 センサ 35 で検出した排気酸素濃度が理論空燃比相当値からリッチ空燃比相当値に変化したときにリッチスパイク操作を終了するようにしている。

ところが、このように O_2 センサ 35 で検出した排気酸素濃度のみに基づいてリッチスパイク操作を実行していると、触媒の第 2 の部分では NO_x の脱離が不十分になる問題がある。

【0105】

前述したように、 NO_x 吸蔵還元触媒の第 1 の部分では NO_x の脱離速度が大きいため、流入した排気中の未燃炭化水素や CO 等の NO_x 浄化に寄与する成分はそのほとんどが第 1 の部分で消費されてしまい、第 2 の部分には到達しない。第 1 の部分からの NO_x の脱離が完了すると、流入した排気中の未燃炭化水素や CO 等の成分が触媒の第 2 の部分に到達して、第 2 の部分から NO_x が放出されるようになるが、第 2 の部分では NO_x の脱離速度が第 1 の部分より小さいため排気中の未燃炭化水素や CO 等の一部しか消費されず、残りは触媒を通過するようになる。

【0106】

このため、 NO_x 吸蔵還元触媒 20 下流側の O_2 センサ 35 の出力は、実際には第 1 の部分で NO_x の脱離が完了すると理論空燃比相当値からリッチ空燃比相当値に変化してしまう。従って、 O_2 センサ 35 の出力に基づいてリッチスパイク操作を終了していると、触媒の第 2 の部分では NO_x が脱離しないうちにリッチスパイク操作が終了してリーン空燃比運転が開始されてしまうため、第 2 の部分では NO_x 吸蔵量が増大する問題がある。

【0 1 0 7】

このため、本実施形態では、リッチスパイク操作時に O_2 センサ 3 5 出力が理論空燃比からリッチ空燃比に変化したときに直ちにリッチスパイクを終了するのではなく、その後もリッチ空燃比運転をつづけ、センサ 3 5 出力がリッチ空燃比相当値に変化したときに第 2 の部分における NO_x 吸蔵量の減少が開始したと考える。すなわち、本実施形態では、リッチスパイク操作が開始されると第 1 の NO_x カウンタ NC 1 の値は直ちに減少を始めるが、 O_2 センサ 3 5 の出力が理論空燃比相当値の間は第 2 の NO_x カウンタ NC 2 の値は減少させずそのままに維持し、 O_2 センサ 3 5 の出力が理論空燃比からリッチ空燃比に変化してから減少を開始させる。

【0 1 0 8】

また、例えば運転上の要求などで O_2 センサ 3 5 出力がリッチ空燃比に変化した後に十分な時間空燃比をリッチに維持することができずにリーン空燃比運転を再開する場合には、 O_2 センサ 3 5 出力がリーンからリッチに変化したときから第 2 の NO_x カウンタ NC 2 の値の増大を開始するようにしてもよい。

このように、再生操作時、及びその後に NO_x 吸蔵還元触媒 2 0 下流側の O_2 センサ 3 5 出力に基づいて第 2 の NO_x カウンタを増減することにより、第 2 の部分に吸蔵保持された NO_x の量を正確に推測することが可能となる。

【0 1 0 9】

次に、リッチスパイク操作の別の実施形態について説明する。

上記の実施形態ではリッチスパイク操作時に、 NO_x 吸蔵還元触媒 2 0 下流側の O_2 センサ 3 5 出力が理論空燃比相当値からリッチ空燃比相当値に変化した後もリッチ空燃比運転を継続している。しかし、この場合には第 2 の部分では排気中の未燃炭化水素などの全量が消費されないため、残りの炭化水素が触媒を通過して大気に放出されるおそれがある。

【0 1 1 0】

また、リッチスパイク実行毎にリッチスパイク保持時間を延長していたのでは機関燃料消費量も増大する問題がある。

そこで、本実施形態ではリッチスパイク実行時に、下流側 O_2 センサ 3 5 出力

が理論空燃比からリッチ空燃比に変化すると同時に機関を理論空燃比で運転するようにする。理論空燃比においても、触媒の第2の部分では吸蔵 NO_x が脱離して第2の部分の NO_x 吸蔵量が低下する。触媒に流入する排気空燃比を理論空燃比に維持して第1の部分に続いて第2の部分からの NO_x の脱離を行わせることにより、未燃炭化水素等の大気放出が防止される。

【0111】

また、この場合にリッチスパイク毎にその後理論空燃比運転を行っていたのでは、機関の燃料消費量が増大するおそれがある。そこで、本実施形態ではリッチスパイク操作時に理論空燃比運転を行うのは、第2の NO_x カウンタが予め定められた判定値まで増大したときのみとし、機関の燃料消費量増大を防止している。

すなわち、本実施形態におけるリッチスパイク操作時には第1と第2の NO_x カウンタの値に応じて以下の操作が行われる。

【0112】

1) リッチスパイク操作は第1と第2の NO_x カウンタの合計値($\text{NC}1 + \text{NC}2$)が予め定めた判定値に到達したときに開始する。

2) このとき、 NO_x 吸蔵還元触媒20下流側の O_2 センサ35出力が理論空燃比相当値である場合には、第2の NO_x カウンタ $\text{NC}2$ の値はリッチスパイク操作開始前の値に保持し減少させない。

【0113】

3) 第2の NO_x カウンタ $\text{NC}2$ の値が予め定めた所定値以下の場合には、リッチスパイク操作は O_2 センサ35出力が理論空燃比相当値からリッチ空燃比相当値に変化したときに終了し、機関のリーン空燃比運転を再開する。

4) 第2の NO_x カウンタ $\text{NC}2$ の値が上記所定値より大きい値になっている場合には、リッチスパイク操作時に O_2 センサ35出力が理論空燃比相当値からリッチ空燃比相当値に変化したときに機関のリッチ空燃比運転を終了し、機関を理論空燃比で運転する。

【0114】

5) 上記理論空燃比運転では、第2の NO_x カウンタ $\text{NC}2$ の値を減少させ、 $\text{NC}2$ の値が予め定めた下限値まで減少したときに理論空燃比運転を終了して機

関のリーン空燃比運転を再開する。

上記のようにリッチスパイク操作を行うことにより、排気性状の悪化や燃料消費量の増大を生じることなく NO_x 吸蔵還元触媒の各部分の吸蔵能力を効率的に使用することが可能となる。

【0 1 1 5】

なお、上記の実施形態では触媒の第 2 の部分に吸蔵された NO_x 量、すなわち第 2 の NO_x カウンタ NC 2 の値に応じて、リッチスパイク操作時の理論空燃比運転時間を決定しているが、リッチスパイク操作時にリッチ空燃比運転の後に理論空燃比を行う代わりに第 2 の NO_x カウンタ NC 2 の値に応じてリッチスパイク時の運転空燃比を変化させるようにしても良い。

【0 1 1 6】

すなわち、触媒に流入する排気空燃比がリッチであるほど第 2 の部分に到達する排気中の未燃炭化水素や CO の量が増大し、リッチスパイク操作時に触媒の第 2 の部分から脱離する NO_x 量が増大する。このため、リッチスパイク操作開始時の第 2 の NO_x カウンタ NC 2 の値が大きいほどリッチスパイク操作時の機関空燃比を低く（リッチに）することによりリッチスパイク操作時に、リッチ空燃比運転後に理論空燃比運転を行うことなく第 2 の部分からも NO_x を脱離させるようにすることも可能である。

【0 1 1 7】

なお、上述の各実施形態では、 NO_x 吸蔵還元触媒を 2 つの部分に分けて、それぞれの部分の NO_x 吸収脱離特性に合致する増減を行う NO_x カウンタを使用する構成を例にとって説明しているが、 NO_x 吸蔵還元触媒を 3 つまたはそれ以上に分割して、それぞれの部分に対応する同数の NO_x カウンタを設けることも可能であることは言うまでもない。

【0 1 1 8】

また、前述したように上述の各実施形態は SO_x についても全く同様に適用可能である。このため、 NO_x 吸蔵還元触媒の各部毎にそれぞれの部分の SO_x 吸蔵脱離特性に合致して増減を行う SO_x カウンタを上記 NO_x カウンタに替えて、または上記 NO_x カウンタに加えて設ければ、 NO_x 吸蔵還元触媒の NO_x 吸蔵量に

替えて、または NO_x 吸蔵量に加えて SO_x 吸蔵量をも、正確に把握することが可能となる。

【0 1 1 9】

【発明の効果】

各請求項に記載の発明によれば、 NO_x 吸蔵還元触媒の NO_x または SO_x の吸蔵量を正確に推定し、 NO_x 吸蔵還元触媒の吸蔵能力を有効に利用することを可能とする共通の効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明を自動車用内燃機関に適用した場合の実施形態の概略構成を示す図である。

【図 2】

本実施形態の NO_x カウンタ増減の基本操作を説明するフローチャートである。

【図 3】

分配係数の設定方法の一例を説明する図である。

【図 4】

分配係数の設定方法の別の例を説明する図である。

【図 5】

分配係数の設定方法の別の例を説明する図である。

【図 6】

分配係数の設定方法の別の例を説明する図である。

【図 7】

分配係数の設定方法の別の例を説明する図である。

【図 8】

分配係数の設定方法の別の例を説明する図である。

【符号の説明】

1…内燃機関本体

5…排気通路

2 0 … N O_x吸蔵還元触媒

3 0 … 電子制御ユニット (E C U)

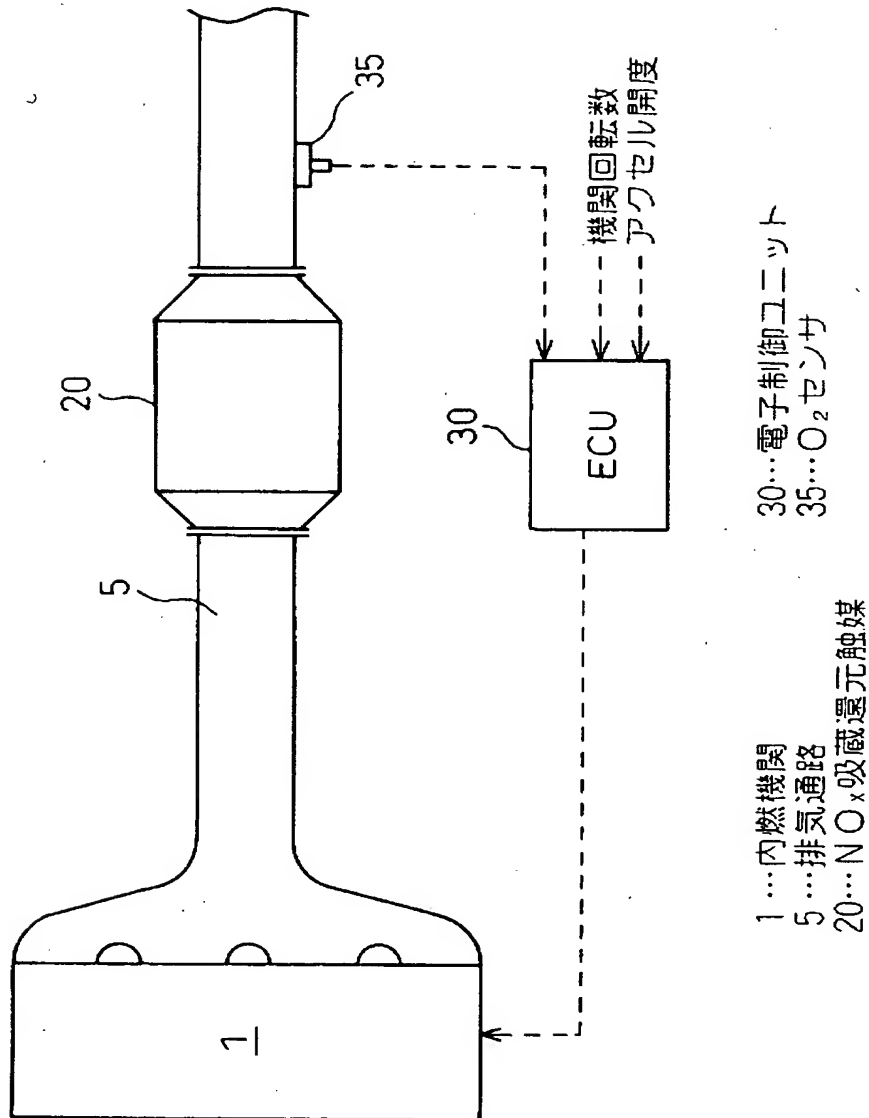
3 5 … O₂センサ

【書類名】

図面

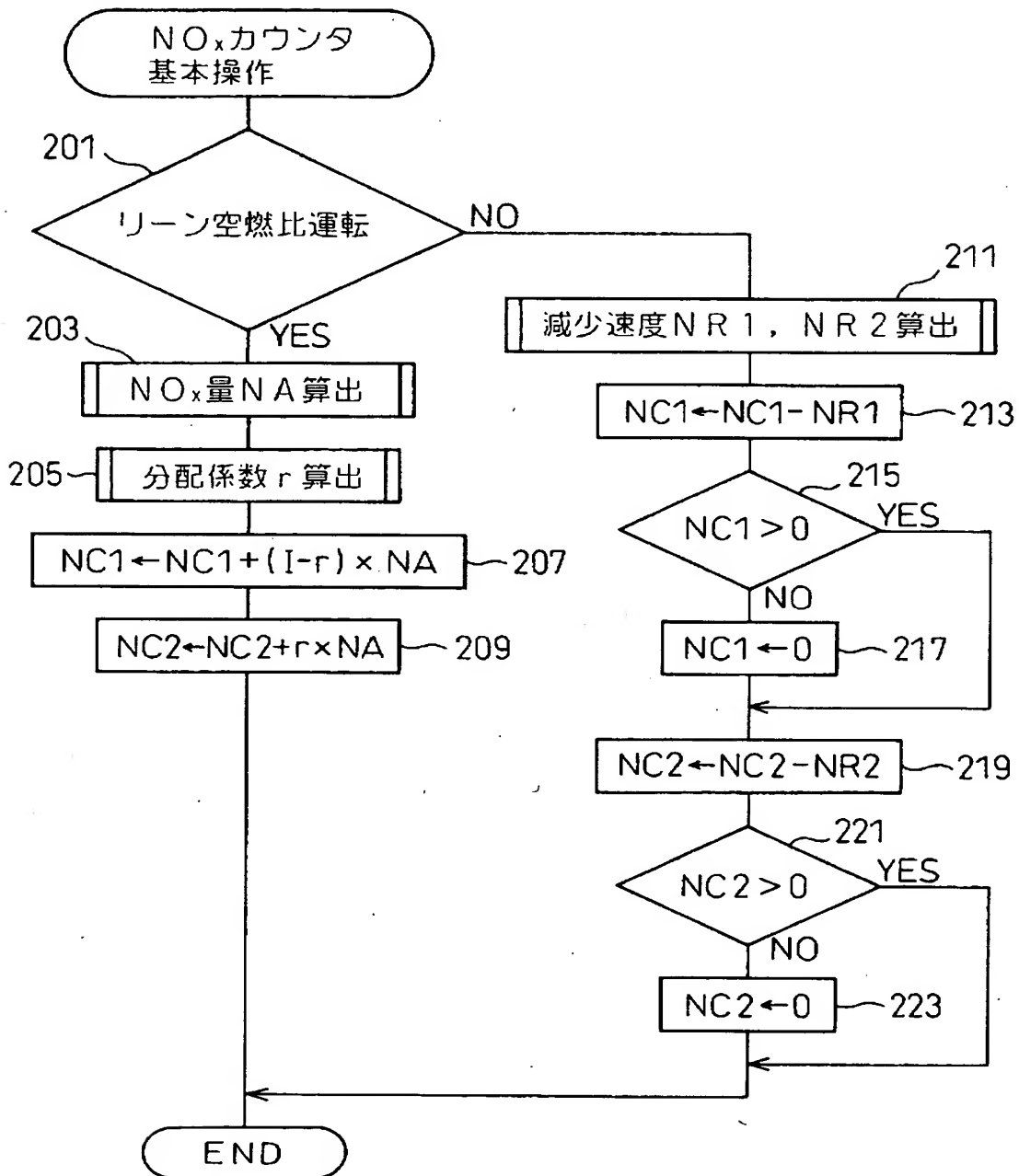
【図 1】

図 1



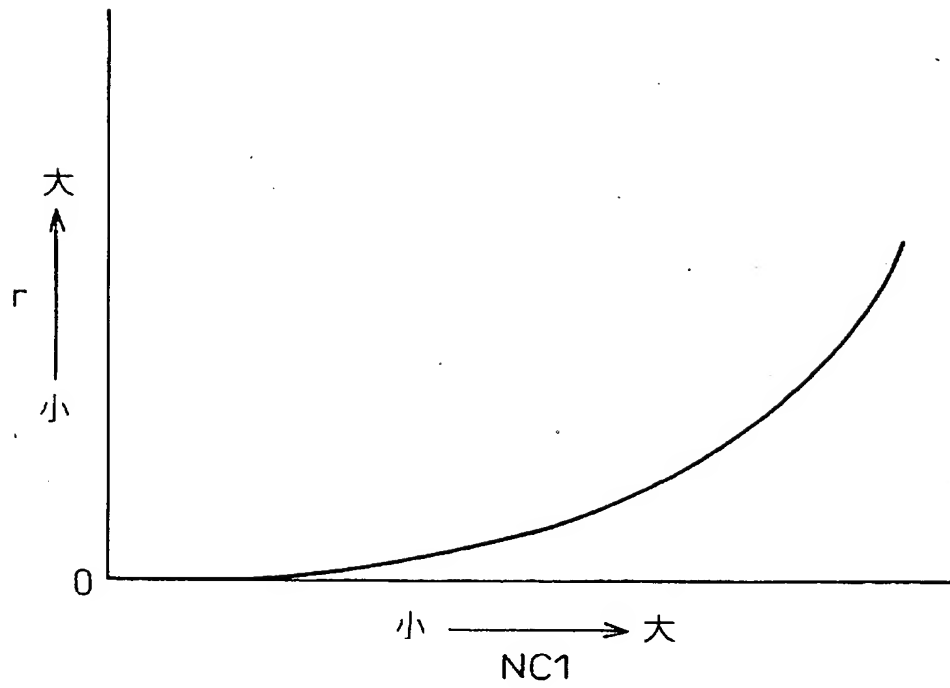
【図 2】

図 2



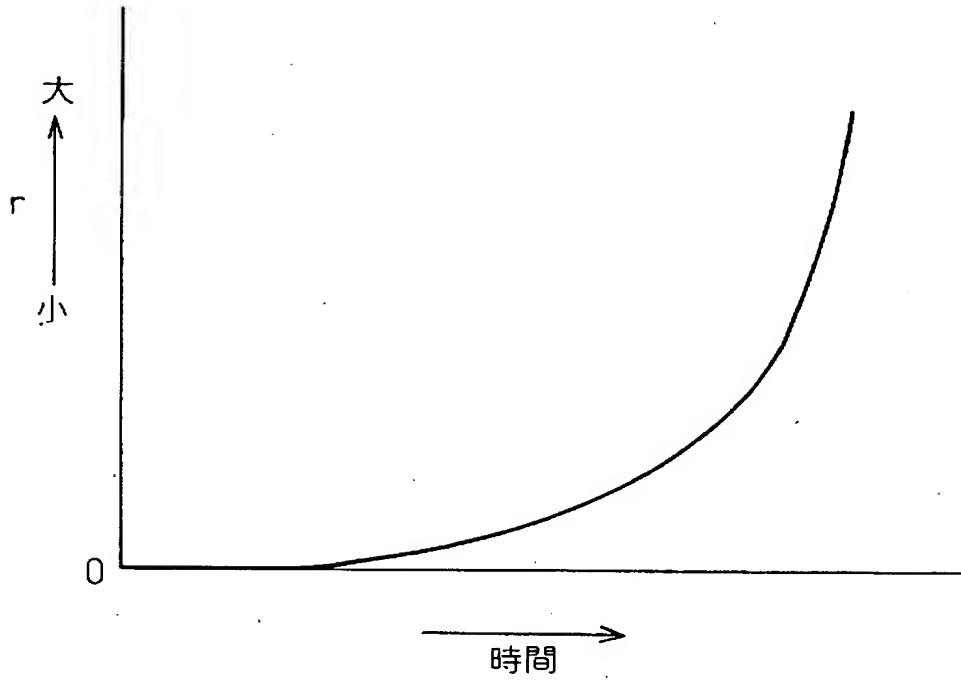
【図 3】

図 3



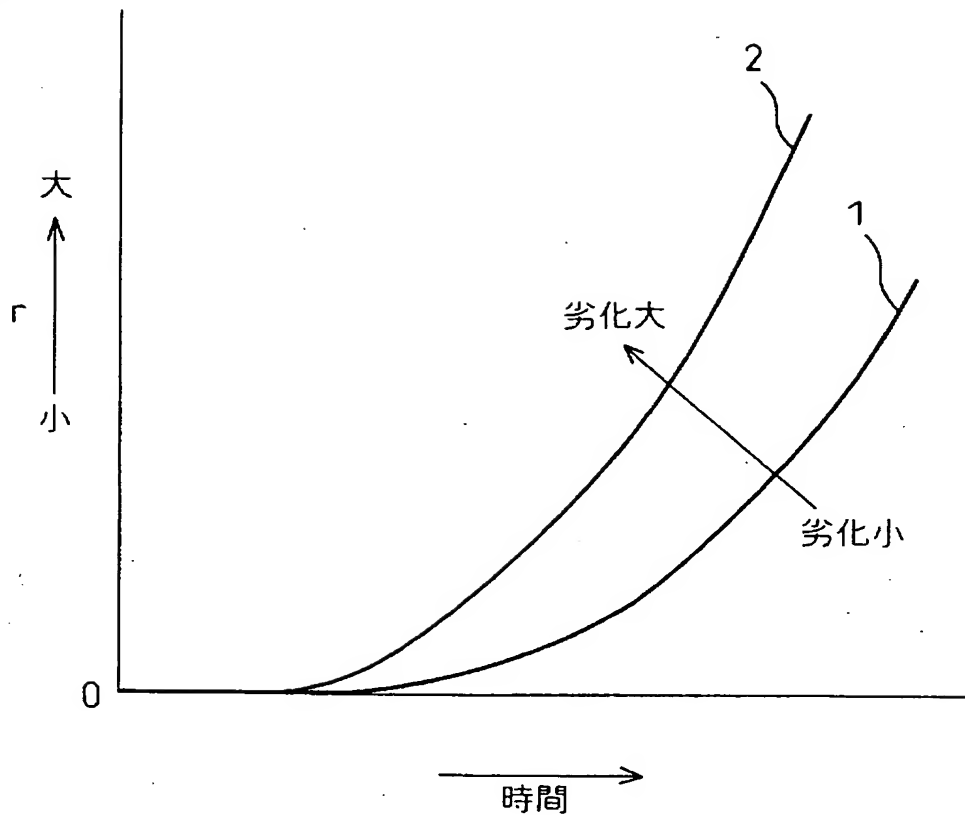
【図 4】

図 4



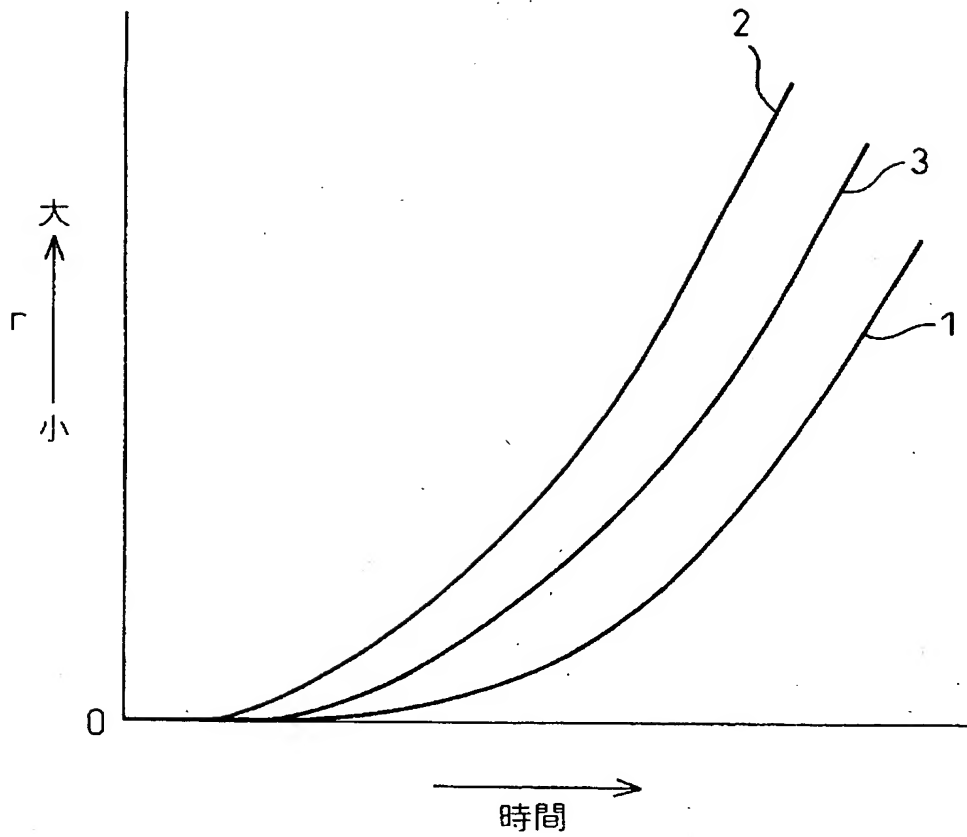
【図 5】

図 5



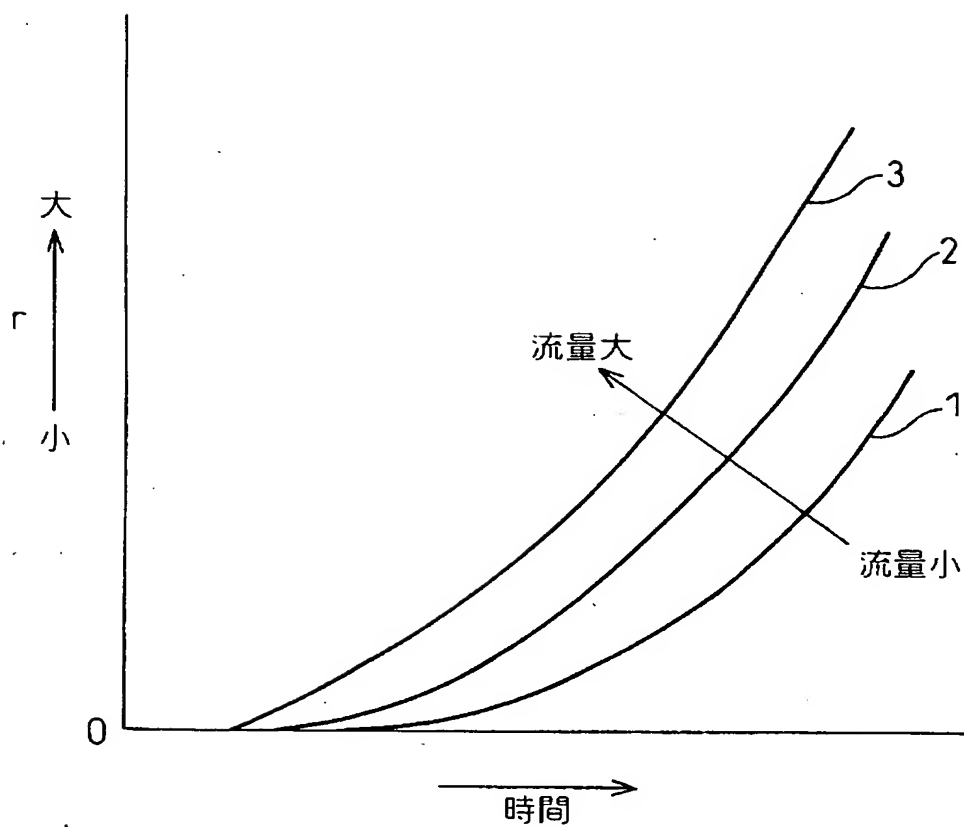
【図 6】

図 6



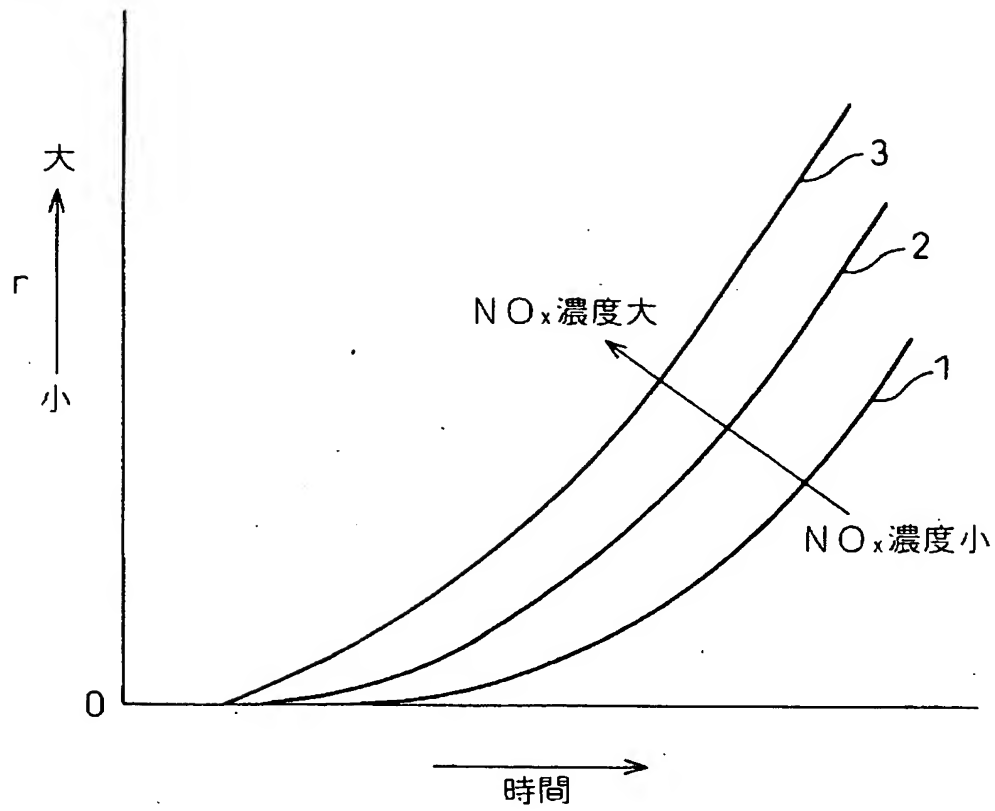
【図 7】

図 7



【図 8】

図 8



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 NO_x 吸蔵還元触媒の NO_x 吸蔵量を正確に推定する。

【解決手段】 機関1の排気通路5に NO_x 吸蔵還元触媒20を設けリーン空燃比排気中の NO_x を吸蔵させ、触媒20の NO_x 吸蔵量が増大したときに機関1を短時間リッチ空燃比で運転し、触媒20から NO_x を脱離させて還元浄化する。機関の電子制御ユニット30は、リーン空燃比運転時に所定の速度で増大し、リッチ空燃比運転時に所定の速度で減少する NO_x カウンタを用いて、触媒20の NO_x 吸蔵量を推定する際に、触媒20を少なくとも2つ以上の部分に分けて、各部分毎に独立した NO_x カウンタを使用する。触媒20の各部分の NO_x 吸蔵脱離特性に合わせてそれぞれの NO_x カウンタの増減速度を設定することにより正確に触媒20の NO_x 吸蔵量を推定することが可能となる。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 2 - 3 4 7 2 5 6

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 3 2 0 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地

氏 名

トヨタ自動車株式会社